

【書類名】 特許願

【整理番号】 PKIT016128

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C22C 9/02
C22C 9/04

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県北巨摩郡長坂町長坂上条 2040 番地 株式会社
キッツ長坂工場内

【氏名】 黒瀬 一人

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県北巨摩郡長坂町長坂上条 2040 番地 株式会社
キッツ長坂工場内

【氏名】 平田 幸宏

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県北巨摩郡長坂町長坂上条 2040 番地 株式会社
キッツ長坂工場内

【氏名】 小笹 友行

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県北巨摩郡長坂町長坂上条 2040 番地 株式会社
キッツ長坂工場内

【氏名】 照井 尚徳

【特許出願人】

【識別番号】 390002381

【氏名又は名称】 株式会社キッツ

【代理人】

【識別番号】 100081293

【弁理士】

【氏名又は名称】 小林 哲男

【電話番号】 03-3438-1465

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010892

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 銅基合金とその合金を用いた鋳塊・接液部品

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも、 $\text{Sn} : 2.8 \sim 5.0$ 重量%、 $\text{Bi} : 1.0 \sim 3.0$ 重量%、 $0 < \text{Se} \leq 0.35$ 重量%を含有することにより、所定の切削性、及び鋳物の健全性を確保しつつ、機械的性質を向上させたことを特徴とする銅基合金。

【請求項 2】 請求項 1 における Se の含有量は、 0.2 重量%以下である銅基合金。

【請求項 3】 $\text{Sn} : 3.5 \sim 4.5$ 重量%を含有した請求項 1 又は 2 に記載の銅基合金。

【請求項 4】 $0 < \text{P} < 0.5$ 重量%を含有した請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の銅基合金。

【請求項 5】 $\text{Ni} : 3.0$ 重量%以下を含有した請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の銅基合金。

【請求項 6】 少なくとも、 Sn 、 Bi 、 Se を、 $-3.6\text{Sn}^2 + 32\text{Sn} - 13\text{Bi} - 28(\text{Se} - 0.2) - 26\text{Ni}^2 + 32\text{Ni} + (185 \pm 20) > 195$ の関係式を満たす範囲で含有することにより、引張り強さを向上させた請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項に記載の銅基合金。

【請求項 7】 少なくとも、 Sn 、 Bi 、 Se を、 $-1.8\text{Sn} + 10\text{Bi} + 8\text{Se} + (79 \pm 2) > 80$ の関係式を満たす範囲で含有することにより、 AC406 と略同等の切削性を確保した請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の銅基合金。

【請求項 8】 Pb の代替成分による非固溶物量を、 $1.4 \text{ Vol} \%$ 以上含有し、鋳造欠陥の発生を抑制したことを特徴とする銅基合金。

【請求項 9】 非固溶物量を少なくとも、 Bi により確保した請求項 8 に記載の銅基合金。

【請求項 10】 非固溶物量を少なくとも、 Bi 、 Se により確保した請求項 8 に記載の銅基合金。

【請求項 11】 請求項 1 乃至 10 の何れかに記載の合金を用いて製造した
鋳塊と加工成形された接液部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、所定の切削性を確保しつつ、機械的性質を向上させ、更には、鑄造性をも向上させた銅基合金とその合金を用いた鋳塊・接液部品に関する。

【0002】

【従来の技術】

合金のうち、特に、青銅鑄物（CAC406）は、鑄造性、耐食性、被削性、耐圧性に優れ、熔融時の湯流れが良好であり、ある程度複雑な形状の鑄物部品に適しているため、従来より、バルブ、コック、継手等の一般配管器材などにも多く用いられている。

【0003】

このCAC406は、健全な鑄物が得られやすく、重量比で5%程度のPbを含有しているので、被削性が特に良好であるため、この種の配管器材用の接水金具に多く使用されている。

【0004】

この青銅合金をバルブ等の接水金具の材料に使用する場合、青銅鑄物にほとんど固溶されることなく含有されている鉛が水中に溶出して水質を悪化させる結果となる。この現象は、特に前記接水金具内に水が滞留した場合、顕著となる。

そこで、現在、盛んにいわゆる鉛レス銅合金の開発が行われ、いくつかの新合金が提案されている。

その代表例を以下に説明する。

【0005】

例えば、銅合金中の鉛に代えてBiを添加し、切削性を上げ、脱亜鉛を防止した鉛レス銅合金が提案されている（例えば、特許文献1参照。）。

また、BC6（CAC406）等にCaを添加して、主にPとの化合物（CaP、Ca₃P₂）を形成させ、切削くずを細かくする作用を得ることにより、切

削性を向上した無鉛青銅が提案されている（例えば、特許文献2参照。）。

C a Pの金属間化合物を析出させることを特徴としているが、銅合金中へのC a添加はC aが活性金属である為、酸化が激しく歩留まりが著しく低いため実用上使用が困難である。

また、切削性向上のためのB i添加による鑄造時のポロシテイ発生を、S bの添加により抑制し、機械的強度を上げた無鉛青銅が提案されている（例えば、特許文献3参照。）。

また、N iの添加については、マトリックスの強化と偏析の防止を狙って添加したものである。

T iを添加し、置換型金属間化合物として結晶を微細化すると共に、Bを添加し、侵入型金属間化合物として結晶粒界強度を補強した青銅鑄物材料が提案されている（例えば、特許文献4参照。）。

また、B iを添加して切削性、耐焼付性を改善すると共に、S n、N i、Pを添加して、耐脱亜鉛性と機械的性質を確保した無鉛快削青銅合金が提案されている（例えば、特許文献5参照。）。

さらに、S eとB iの添加により、特にZ n-S e化合物を析出させ、機械的性質及び切削性をC A C 4 0 6と同等とした青銅合金が提案されている（例えば、特許文献6参照。）。

【0006】

【特許文献1】

特公平5-63536号公報（第2-3頁）

【特許文献2】

特許第2949061号公報（第2-3頁、第2図）

【特許文献3】

特許第2889829号公報（第3-6頁）

【特許文献4】

特許第2723817号公報（第2-10頁）

【特許文献5】

特開2000-336442号公報（第3-4頁）

【特許文献6】

米国特許第5614038号明細書（第1-4頁）

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

上記のように、提案されている鉛レス青銅合金材料は、何れも、JIS H5120の青銅合金（CAC406）規定値（引張り強さ195N/mm²以上、伸び15%以上）を確保してはいるが、市場に流通しているCAC406材の上記各特性は、引張り強さが240N/mm²前後、伸びが33%前後と、JISの規格値を大幅に上回るものであり、この市場流通材と同等の機械的特性、及び切削性を確保できる合金が開発されていないのが現状であった。

また、上記鉛レス青銅合金は、Pbの代替成分としてSe、Bi等を添加しているが、これらの元素は高価な希少元素であることから、希少元素の添加量を低減しつつ、市場流通材のCAC406と同等の上記各特性を確保した合金の開発が求められていた。

更に、上記鉛レス青銅合金は、機械的特性や切削性の向上に注目して提案されているものであるが、Pbは鋳物の健全性にも寄与している成分であり、鉛レス青銅合金において鋳物の健全性をどのように確保するかという点については、未解明であった。

【0008】

本発明は、鋭意研究の結果開発に至ったものであって、その目的とするところは、Pbの代替成分である希少元素（Bi、Seなど）等の真の特性を正確に捉えることにより、合金中の希少元素（Bi、Seなど）の含有量を低減しても、従来から一般に用いられてきた青銅合金（CAC406）と同等の切削性を確保しつつ、CAC406と同等以上の機械的性質を有すると共に、未解明であったPbの代替成分（Bi、Seなど）の減少が鋳物の健全性に与える影響を解明することで、鑄造欠陥の発生を抑制することを可能にし、更には、希少元素の低減により、安価に製造可能とした銅基合金とその合金を用いた鋳塊・接液部品を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するため、請求項1に係る発明は、少なくとも、 $\text{Sn} : 2.8 \sim 5.0$ 重量%、 $\text{Bi} : 1.0 \sim 3.0$ 重量%、 $0 < \text{Se} \leq 0.35$ 重量%を含有することにより、所定の切削性、及び鋳物の健全性を確保しつつ、機械的性質を向上させた銅基合金である。

【0010】

請求項2に係る発明は、請求項1における Se の含有量は、好ましくは 0.2 重量%以下とした銅基合金である。

【0011】

請求項3に係る発明は、 $\text{Sn} : 3.5 \sim 4.5$ 重量%を含有した銅基合金である。

【0012】

請求項4に係る発明は、 $0 < \text{P} < 0.5$ 重量%を含有した銅基合金である。

【0013】

請求項5に係る発明は、 $\text{Ni} : 3.0$ 重量%以下を含有した銅基合金である。

【0014】

請求項6に係る発明は、少なくとも、 Sn 、 Bi 、 Se を、 $-3.6\text{Sn}^2 + 32\text{Sn} - 13\text{Bi} - 28(\text{Se} - 0.2) - 26\text{Ni}^2 + 32\text{Ni} + (185 \pm 20) > 195$ の関係式を満たす範囲で含有することにより、引張り強さを向上させた銅基合金である。

【0015】

請求項7に係る発明は、少なくとも、 Sn 、 Bi 、 Se を、 $-1.8\text{Sn} + 10\text{Bi} + 8\text{Se} + (79 \pm 2) > 80$ の関係式を満たす範囲で含有することにより、 CAC406 と略同等の切削性を確保した銅基合金である。

【0016】

請求項8に係る発明は、 Pb の代替成分による非固溶物量を、 $1.4 \text{ Vol} \%$ 以上含有し、鋳造欠陥の発生を抑制した銅基合金である。

【0017】

請求項9に係る発明は、非固溶物量を少なくとも、 Bi により確保した銅基合

金である。

【0018】

請求項10に係る発明は、非固溶物量を少なくとも、Bi、Seにより確保した銅基合金である。

【0019】

請求項11に係る発明は、上記記載の合金を用いて製造した鑄塊と加工成形された接液部品である。

【0020】

【発明の実施の形態】

本発明における銅基合金とその合金を用いた鑄塊・接液部品の実施形態を説明する。

本発明における銅基合金は、少なくとも、Sn：2.8～5.0重量%、Bi：1.0～3.0重量%、Se：0.1～0.35重量%で、好ましくは0.2重量%以下、及び残部Cuと不可避不純物からなる。

【0021】

上記の合金は、鑄塊（インゴット）や連続鑄造品等の中間品として提供したり、直接、鑄造・加工成形した接液部品に適用する。

この接液部品は、例えば、飲料水用のバルブ、ステム、弁座、ジスク等のバルブ部品、水栓、継手等の配管器材、給排水管用機器、接液するストレーナ、ポンプ、モータ等の器具或は、接液する水栓金具、更には、給湯機器などの温水関連機器、上水ラインなどの部品、部材等、更には、上記最終製品、組立体等以外にもコイル、中空棒等の中間品にも広く適用することができる。

【0022】

また、上記した本発明における銅基合金の組成範囲を定めるにあたり、鋭意研究の結果、各元素の真の特性を捉えることができる方法を発見し、引張り試験、切削性試験から得られるデータを正確に分析し、本発明における銅基合金の組成範囲としている。

【0023】

上記方法について説明すると、引張り試験では、供試材毎に各元素の含有量が

異なるため、例えば、 S_n が合金に与える影響を評価しようとしても、他の元素の影響を受けた実測値を基に評価しなければならず、 S_n の真の特性を捉えることができなかった。そこで、他の元素変動の影響を取り除くため、以下のように評価した。

(過程 1)

まず、 S_e の特性を見出すため、 S_e 以外の成分が比較的近い値となる供試品を数点抽出し（例えば、表 1、3、4 記載の供試品 No. 14～18）、実測値を基に S_e 含有量と引張り強さとの関係を特性グラフに表し、近似値線 a を描く（概念図として図 16 に示す）。

(過程 2)

次に、 B_i の特性を見出すため、 B_i 以外の成分が比較的近い値となる供試品を数点抽出し（例えば、表 1、3、4 記載の供試品 No. 1～4, 6, 10）、実測値を基に B_i 含有量と引張り強さとの関係を特性グラフに表す。この際、 S_e 含有量の変動の影響を上記 S_e の特性グラフを基に補正する。

例えば、供試品 No. 3 と供試品 No. 4 を比較し、 B_i の含有量が 1.74 と 1.17 における引張り強さへの影響を比較する場合には、 S_e の含有量が 0.12 と 0.25 とで異なっていることに基づく引張り強さの増減分を差し引く補正を行う。

具体的には、 S_e 含有量の基準値（ここでは 0.2 とする）を設定し、この基準値に対する $S_e = 0.12$ 、及び 0.25 における引張り強さの増減分 α 、 β を近似直線 a を用いて算出する。この α 、 β を $B_i = 1.74$ と 1.17 における引張り強さの値に減増する補正を行うことにより、 S_e の含有量を 0.2 に一定とした場合における B_i の特性を表すことができる。このようにして求めた補正值に基づき、近似直線 b を描く（概念図として図 17 に示す）。

なお、上記基準値は評価対象の供試品における S_e 含有量の平均値を用いることにより、補正值が実際の引張り強さが取り得る数値範囲に収まるので、合金の特性を把握しやすくなるが、基準値を 0 とするような補正を行ってもよい。

(過程 3)

次に、 S_n の特性を見出すため、 S_n 以外の成分が比較的近い値となる供試品

を数点抽出し（例えば、供試品 No. 5, 11~13, 21, 24~26）、実測値を基に Sn 含有量と引張り強さとの関係を特性グラフに表す（図示しない）。この際、Se、Bi 含有量の変動の影響を、上記 Se、Bi のグラフにおける近似直線 a、b を基に補正する。

（過程 4）

過程 1 に戻り、Bi、Sn 含有量の変動の影響を、上記 Se、Bi のグラフを基に補正する。

（過程 5）

以下、過程 1、過程 2、過程 3 を数回繰り返し、収束値を得る。

このようにして、他の元素の影響を取り除いた特性値が得られる。これを補正值として表 4、表 5 に表すと共に、図 1～図 14 にグラフとして表す。

すなわち、各元素において基準含有量と供試品の実含有量との差を求め、この含有量の差に基づく引張り強さ等の合金特性値の増減値を算出し、この増減値を用いて特定元素に対する実合金特性値を補正することにより、Sn 等の特定元素の含有量が合金の特性に与える影響を評価した。

【0024】

【実施例】

本発明における銅基合金の試験結果と共に、本発明の実施例を説明する。

なお、表 1、2 に示す成分は、引張り試験片、切削性試験片を実際に分析した結果であり、特に、Pb 成分は不純物レベルとなっている。

【0025】

（引張り試験）

引張り試験片は、JIS 4 号試験片（有機 CO₂ 鋳型）とし、試験条件は、鋳込み温度 1130℃、アムスラー試験機にて試験を行った。

引張り試験の試験結果を表 3 に示す。

【0026】

（切削性試験）

切削性試験片は、円柱状の被削物を旋盤にて旋削加工し、バイトに掛かる切削抵抗を青銅鋳物 CAC 406 の切削抵抗を 100 とした切削性指数で評価した。

試験条件は、鑄込み温度 1180℃（有機 CO₂ 鑄型）、被切削物の形状 ϕ 31×260mm、表面粗さ R_A 3.2、切り込み深さ片肉 3.0mm、旋盤回転数 1800rpm、送り量 0.2mm/rev、油使用無しである。

切削性試験の試験結果を表 3、表 5 に示す。

【0027】

【表 1】

成分値 1

No	化学成分値(単位:重量%、但しPはppm)							
	Cu	Zn	Sn	Bi	Se	Ni	Pb	P
1	87.7	7.9	3.17	1.11	0.11	0	0	277
2	87.7	7.56	3.18	1.34	0.12	0	0.01	281
3	87.5	7.55	3.05	1.74	0.12	0	0	256
4	87.5	7.8	3.24	1.17	0.25	0	0	259
5	87.4	7.8	3.21	1.36	0.24	0	0.01	243
6	87.4	7.51	3.12	1.67	0.23	0	0.01	290
7	87.2	7.74	3.43	1.2	0.4	0	0.02	260
8	87	8.06	3.26	1.41	0.27	0	0	261
9	86.5	7.8	3.05	1.77	0.4	0	0	276
10	88.3	7.72	3.17	0.65	0.12	0	0	271
11	86.4	7.92	4.1	1.29	0.23	0	0.01	256
12	89.6	5.54	3.54	1.53	0.24	0	0.01	281
13	85.4	7.7	5.31	1.34	0.23	0	0.02	281
14	86.9	7.79	3.77	1.53	0	0	0.01	301
15	86.3	7.75	4.04	1.77	0.18	0	0.01	312
16	86.2	7.54	4.16	1.68	0.35	0	0.01	286
17	86.1	7.82	4.02	1.62	0.5	0	0.01	272
18	85.9	7.93	3.91	1.46	0.75	0	0.01	279
19	87.35	7.91	3.13	1.33	0.25	0.24	0	239
20	87.1	7.5	3.21	1.39	0.23	0.59	0	230
21	86.1	7.76	3.42	1.55	0.29	0.79	0.01	257
22	86.5	7.72	3.12	1.33	0.25	0.9	0.01	290
23	86.1	7.91	3.13	1.34	0.25	1.14	0.01	267
24	85.8	7.8	4.39	1.46	0.24	0.25	0	260
25	85.1	7.66	5.36	1.35	0.21	0.23	0	270
26	88.3	7.87	2.22	1.04	0.52	0	0	275
27	85.5	9.66	3.15	1.38	0.23	0	0	271
28	85.4	9.4	3.28	1.38	0.26	0.25	0	290
29	88.9	5.81	3.3	1.47	0.25	0.25	0	257

【0028】

【表 2】

成分値 2

No	化学成分値(単位:重量%、但しPはppm)							
	Cu	Zn	Sn	Bi	Se	Ni	Pb	P
30	87.7	8.04	3.25	0.61	0.37	0	0	267
31	88.9	7.92	2.22	0.56	0.34	0	0.01	263
32	86.8	7.87	4.25	0.61	0.4	0	0.01	253
33	87.5	7.92	3.15	1.04	0.5	0	0.02	273
34	88.4	7.69	2.32	1.01	0.53	0	0.02	268
35	86.5	7.79	4.24	0.99	0.53	0	0.01	251
36	87.9	8.11	3.31	0.4	0.21	0	0.02	289
37	87.7	8	3.17	0.78	0.44	0	0.01	284
38	87.1	7.93	3.16	0.58	0.36	0.75	0.02	281
39	88.3	7.33	3.19	0.73	0.37	0	0.01	287
40	87.2	7.37	3.07	0.69	0.37	0.95	0.02	270

【0029】

【表 3】

各特性試験結果、及び計算値

No	試験結果					
	引張り強さ N/mm^2		伸び		切削性	
	実測	計算	実測	計算	実測	計算
1	232	235	28	29	85	85
2	223	232	26	26		
3	220	226	22	22		
4	231	233	29	28		
5	230	231	28	26	90	89
6	224	226	25	23	92	92
7	223	230	26	27		
8	217	230	25	26		
9	205	220	21	21		
10	232	241	31	32		
11	237	236	28	29	86	87
12	223	231	23	23	90	90
13	230	232	21	23		
14	243	233	28	27		
15	240	231	27	25		
16	235	228	26	25	91	92
17	232	224	26	25		
18	228	219	25	24		
19	236	236	29	29	88	87
20	240	241	31	30		
21	236	238	32	30		
22	239	238	33	30		
23	234	233	28	29		
24	236	240	27	30		
25	230	221	23	25		
26	231	215	19	19		
27	227	230	32	29	88	89
28	234	237	30	31		
29	228	236	24	25		

【0030】

【表4】

各特性補正值

No	引張り補正值				伸び補正值					切削補正值		
	Bi用	Ni用	Sn用	Se用	Bi用	Ni用	Sn用	Se用	Zn用	Bi用	Se用	Sn用
1	238				26					87	77	85
2	229				25							
3	225				20							
4	236				28				22			
5		234	229		27		27		22	90	80	86
6	228				24					93	79	85
7					27							
8					24							
9					20							
10	238				29							
11			235				27			89	77	83
12			224						20	91	78	84
13			229				20					
14				249				28				
15				250				30				
16				244				28		93	78	83
17				240				26				
18				234				26				
19		239								89	78	85
20		245				30						
21		243				31						
22		242				31						
23		237				29						
24			236			29	29					
25			229				25					
26			216				18					
27									26	89	78	85
28									27			
29									22			

【0031】

【表5】

切削性確認試験における各特性の試験結果、計算値、及び補正值

No	試験結果		切削補正值		
	切削性				
	実測	計算	Bi用	Se用	Sn用
30	82	82	82	80	85
31	83	83	81	81	87
32	80	81	82	78	83
33	87	88	86	81	84
34	89	89	86	83	86
35	85	85	85	79	83
36	80	79	81	79	86
37	85	84	84	81	85
38	80	80	80	79	84
39	82	83	82	79	84
40	83	85	83	80	85

【0032】

次に、本発明における銅基合金の組成範囲とその理由について説明する。

なお、上記方法に基づいて、各元素毎に、機械的性質への影響を分析するために行なった引張り試験（鋳込み温度1130℃、有機CO₂鋳型）の結果を図1から図10のグラフに表し、また、各元素毎に、切削性への影響を分析するために行なった切削性試験（鋳込み温度1180℃、有機CO₂鋳型）の結果を図11から図13のグラフに表す。

【0033】

Bi：1.0～3.0重量%

切削性を向上させるために有効である。鋳造の凝固過程で鋳造品に発生するポロシティ（結晶粒界）に入り込み、引け巣等の鋳造欠陥の発生を抑制し、鋳物の健全性を確保するためには、1.0重量%以上含有することが有効である。

一方、必要とされる機械的性質を確保するためには、3.0重量%以下とすることが有効であり、とりわけ1.7重量%以下とすることが含有量を抑えつつ、機械的性質を十分確保するために有効である。

実用的には、Seの含有と共にBiを1.2～1.7重量%含有することが好ましく、Seの最適含有量も考慮すると、約1.3重量%が最適である。

【0034】

（引張り試験）

図1は、引張り試験におけるBi含有量と引張り強さとの関係を表したグラフであり、グラフに示すように、Biの含有量を増やすにつれて、 -13Bi (式a)の割合で、引張り強さは低下する。

図2は、引張り試験におけるBi含有量と伸びとの関係を表したグラフであり、グラフに示すように、Biの含有量を増やすにつれて、 -8Bi (式b)の割合で、伸びも引張り強さと同様に低下する。

【0035】

(切削性試験)

図11は、切削性試験におけるBi含有量と切削性との関係を表したグラフであり、グラフに示すように、Biの含有量を減らすにつれて、 10Bi (式j)の割合で切削性に影響を与える。

【0036】

Se: 0.1~0.35重量%

銅合金中にBi-Se、Zn-Se、Cu-Seの金属間化合物として存在し、Biと同様に、切削性や鋳物の健全性の確保に寄与する成分である。

従って、Seの含有は、Biの含有量を抑えつつ、機械的性質や後述する鋳物の健全性の確保に有効である。

ここで、量産レベルにおける銅基合金の引張り強さ等の値は、約20%の範囲内で変動するものであることが、発明者の経験により判明している。そこで、引張り強さが最も低い値となった場合でもJISの規格値は満足できるよう、より好ましい範囲として、Seの含有が引張り強さに最も寄与する0.2重量%付近の値の約95%を確保できる0.35重量%を上限値とした。またSeは、微量の含有でも鋳物の健全性の確保に寄与するが、その作用を確実に得るためには、0.1重量%以上の含有が有効であり、この値を下限値とした。とりわけ約0.2重量%が最適である。

【0037】

(引張り試験)

図3は、引張り試験におけるSe含有量と引張り強さとの関係を表したグラフであり、グラフに示すように、Seの含有量を減らしてゆくと引張り強さが向上

するが、0～0.2重量%の間は引張り強さが最高値にて一定となる。

一方、0.2重量%以上においては、Seの含有量を増やすにつれて、-28 Se (式c)の割合で、引張り強さは低下する。

図4は、引張り試験におけるSe含有量と伸びとの関係を表したグラフであり、グラフに示すように、Seの含有量を減らしてゆくと伸びも向上するが、約0.2重量%を境に伸び止まる。

一方、0.2重量%以上においては、Seの含有量を増やすにつれて、-7 Se (式d)の割合で、伸びも引張り強さと同様に低下する。

なお、この範囲における合金の切削性は、表1、3、4記載の供試品No. 5, 12, 27のデータに示すように、CAC406の切削性の約10%減程度であり、CAC406と略同等の切削条件で加工することができる。

【0038】

(切削性試験)

図12は、切削性試験におけるSe含有量と切削性との関係を表したグラフであり、グラフに示すように、Seの含有量を減らすにつれて、8 Se (式k)の割合で切削性に影響を与える。

【0039】

Sn: 2.8～5.0重量%

α 相に固溶し、強度、硬さの向上、及びSnO₂の保護皮膜の形成により、耐摩耗性と耐食性を向上させるために含有する。Snは、実用成分範囲において、含有量を増やすにつれて、切削性を直線的に低下させる元素である。

従って、含有量を抑えつつ、さらには耐食性を低下させない範囲で、機械的性質を確保することが必要となる。

より好ましい範囲として、Sn含有量の影響を受けやすい伸びの特性に注目し、最も特性のよいSn=0.4付近の特性を確実に得られる範囲として、3.5～4.5を見出した。とりわけ、約4.0重量%が最適である。

また、従来Snは、含有量が増えるにつれてマトリックスを強化し、機械的特性を向上させる成分として知られていたが、鋭意研究の結果、下記の特性を得た。

【0040】

(引張り試験)

図5は、引張り試験におけるSn含有量と引張り強さとの関係を表したグラフであり、グラフに示すように、低領域では、Snの含有量の増加に伴い、引張り強さが向上するが、4.4重量%付近でピークとなり、それ以上の含有では、引張り強さは低下する。

これは、Sn 4重量%付近から、最終凝固部に濃化された溶質の影響により、 $\alpha + \delta$ 相が析出することが原因と考えられる。Snの含有量が引張り強さに与える影響は、 $-3.6 S_n^2 + 32 S_n$ (式e) で表すことができる。

図6は、引張り試験におけるSn含有量と伸びとの関係を表したグラフであり、図5のグラフの引張り強さの特性と略同じ傾向を示した。Snの含有量が伸びに与える影響は、 $-3.3 S_n^2 + 26 S_n$ (式f) で表すことができる。

【0041】

(切削性試験)

図13は、切削性試験におけるSn含有量と切削性との関係を表したグラフであり、グラフに示すように、 $-1.8 S_n$ (式m) の割合で切削性に影響を与える。

この負の係数 -1.8 によって、実用成分範囲内で直線的に切削性が低下することがわかる。

【0042】

Zn: 5.0~10.0重量%

切削性に影響を与えずに、硬さや機械的性質、とりわけ伸びを向上させる元素として有効である。

また、Znは、溶湯中へのガス吸収によるSn酸化物の生成を抑制し、溶湯の健全性にも有効であるので、この作用を発揮させるために5.0重量%以上の含有が有効である。より実用的には、BiやSeの抑制分を補う観点から7.0重量%以上の含有が望ましい。

一方、Znは、蒸気圧が高いので、作業環境の確保や、铸造性を考慮すると、10.0重量%以下の含有が好ましい。とりわけ約8.0重量%が最適である。

【0043】

(引張り試験)

図7は、引張り試験におけるZn含有量と引張り強さとの関係を表したグラフであり、グラフに示すように、Znの含有量が約6%~10%まで変動しても、引張り強さにはほとんど影響しなかった。従って、後述する引張り強さの特性式Aには、Zn含有量の影響を考慮しなかった。

図8は、引張り試験におけるZn含有量と伸びとの関係を表したグラフであり、グラフに示すように、Znの含有量を増してゆくと、1.4Zn (式g) の割合で、伸びが向上する傾向を示している。

【0044】

(切削性試験)

図14は、切削性試験におけるZn含有量と切削性との関係を表したグラフであり、グラフに示すように、実用範囲内(5.0重量%~10.0重量%)においての影響は皆無と言える。

【0045】

Ni: 3.0重量%以下

Niを全く含まない場合でも、後述する特性式Aを満たすことにより、必要な引張り強さなどの機械的性質は得られるが、より効果的に合金の機械的性質を向上する場合に添加する。Niは、ある一定量までは α 固溶体に固溶し、マトリックスを強化させ、機械的性質を向上させる。それ以上の含有は、Cu、Snと金属間化合物を形成し、切削性を向上させる一方、機械的性質を低下させる。

機械的強度を向上させるためには、Ni 0.2重量%以上の含有が有効であるが、機械的強度のピークが、約0.6重量%に存在する。よって、好適なNi含有量を0.2~0.75重量%とした。

【0046】

(引張り試験)

図9は、引張り試験におけるNi含有量と引張り強さとの関係を表したグラフであり、グラフに示すように、Niの含有量が引張り強さに与える影響は、 $-26Ni^2 + 32Ni$ (式h) で表すことができる。

図10は、引張り試験におけるNi含有量と伸びとの関係を表したグラフであり、グラフに示すように、Niの含有量が伸びに与える影響は、 $-7.8Ni^2 + 11.6Ni$ (式i) で表すことができる。引張り強さと同様にピークが存在し、そのNi含有量は約0.75重量%である。

【0047】

P: 0.5重量%未満

銅合金溶湯の脱酸を促進し、健全な鋳物、連鋳鋳塊を製作することを目的として、0.5重量%未満を添加する。過剰の含有は固層線が低下し偏析を起こしやすく、また、P化合物を生じ脆弱化する。

従って、型鑄造の場合は、200～300ppmの含有が好ましく、連続鑄造の場合には、0.1～0.2重量%の含有が好ましい。

【0048】

Pb: 0.2重量%未満

不純物レベルでもPbが0.3～0.4重量%含有される恐れがあるため、Pbを積極的に含有させない範囲として、0.2重量%未満とした。

【0049】

実験値に基づき、下記A～Cの特性式を得た。

この特性式に各成分値を代入することにより、材料の量産レベルでの材料特性を、その都度、実験を行わずとも把握でき、JISなどの規格を満足する銅合金を得ることができる。

【0050】

引張り強さの特性式Aについて

$$-3.6Sn^2 + 32Sn - 13Bi - 28(Se - 0.2) - 26Ni^2 + 32Ni + (185 \pm 20) > 195$$

式a+式c+式e+式hにより導き出された式で、 $Ni=0$ でもよい。185は、実測値から得た補正定数であり、 ± 20 は、製造上の誤差を吸収する定数である。

この式を用いることにより、その都度、各成分値を調整して実験を行なわずとも、計算に基づいて、引張り強さの実測値を予測することができる。

なお、この式によれば、Seの含有が引張り強さに与える影響は、Biに比べて約2倍である。

【0051】

伸びの特性式Bについて

$$1.4Zn - 3.3Sn^2 + 26Sn - 8Bi - 7(Se - 0.2) - 7.8Ni^2 + 11.6Ni - (23 \pm 3) > 15$$

式b+式d+式f+式g+式iにより導き出された式で、Ni=0でもよい。
-23は、実測値に基づいて得られた補正定数であり、±3は、製造上の誤差を吸収する定数である。右辺15は、CAC406のJIS規格下限値であり、特性式Bを満たすことによって、CAC406のJIS規格値を満たすこととなる。

SeとBiの係数を比較すると、それぞれ-7、-8であることから、これら元素が伸びに与える影響は略同等であり、これは引張り強さとは違った傾向を示す。

【0052】

切削性の特性式Cについて

$$-1.8Sn + 10Bi + 8Se + (79 \pm 2) > 80$$

式j+式k+式mにより導き出された式であり、Sn、Bi、Seをパラメータに用いた3元1次式によって表される。

Znが切削性に与える影響は、図14により、実用範囲内（5.0重量%～10.0重量%）における影響は皆無と言えるため省略した。

また、79は、実測値から得られた補正定数であり、±2は、製造上の誤差等が試験結果に与える影響を加味したもので、これら誤差を吸収するための数値となっている。右辺の定数80は、量産レベルでの加工実績からの経験値であり、つまり、当鉛レス材料とCAC406とを比較して、当鉛レス材料に80%程度の切削性を持たせることで、CAC406と同等の切削条件で加工ができることを表す数値である。

【0053】

従って、各成分が切削性に与える影響は、次の通りである。

Bi は図 11 に示すように、10 Bi (式 j) の割合で切削性に影響を与える。

Se は図 12 に示すように、8 Se (式 k) の割合で切削性に影響を与える。

これは切削性に関して、Bi の含有と Se の含有は同程度の効果を有することを示し、Se の含有は Bi の含有に比較し、決して不利にならないことを示す。

Sn は図 13 に示すように、 -1.8 Sn (式 m) の割合で切削性に影響を与える。この負の係数 -1.8 によって、当材料の実用成分範囲内で直線的に切削性が低下することがわかる。

【0054】

次に、本発明における銅基合金について、鑄造性試験（階段状試験）を行い、試験結果を説明する。

（鑄造性試験）

図 15 に示す階段状試験片の鑄物を、鑄込み温度 1180°C 、有機 CO_2 鑄型である鑄造条件にて製作し、試験結果を表 6 に示す。

なお、試験結果の評価として、鑄造欠陥がないものを○、引け巣が有るものを△、引け巣が多発しているものを×とした。

【0055】

【表 6】

供試品No	化学成分(wt%)					非固溶物量 (Vol.%)	鑄造試験 結果
	Cu	Zn	Sn	Bi	Se		
1	87.5	7.90	4.03	0.55	0.00	0.49	×
2	87.3	7.87	4.06	0.78	0.00	0.69	×
3	87.1	8.00	3.90	1.01	0.00	0.90	×
4	87.0	7.75	4.10	1.15	0.00	1.02	△
5	86.5	7.85	4.22	1.46	0.00	1.30	△
6	86.4	7.93	4.10	1.58	0.00	1.41	○
7	86.1	8.09	4.05	1.80	0.00	1.60	○
8	87.3	7.89	4.21	0.56	0.09	0.75	×
9	87.3	7.79	3.97	0.80	0.10	0.99	×
10	87.2	7.73	4.07	0.95	0.10	1.13	△
11	86.8	7.85	4.07	1.21	0.11	1.39	△
12	86.7	7.71	4.16	1.36	0.09	1.47	○
13	86.4	7.88	4.05	1.54	0.10	1.65	○
14	86.1	7.90	4.06	1.79	0.12	1.93	○
15	87.2	7.87	4.08	0.58	0.23	1.16	△
16	86.9	7.90	4.10	0.83	0.23	1.39	△
17	86.7	8.09	4.02	1.00	0.24	1.57	○
18	86.3	8.20	4.03	1.22	0.22	1.70	○
19	86.4	7.78	4.24	1.33	0.23	1.83	○
20	86.6	7.74	3.91	1.53	0.24	2.04	○
21	86.0	7.93	4.06	1.79	0.23	2.24	○

○:欠陥無し △:引け巣有り ×:引け巣多発

【0056】

ここで非固溶物量とは、実用範囲内で合金中のマトリックス（結晶）に固溶せず、結晶粒界や粒内に存在する元素や化合物のことをいう。この非固溶物は、青銅鑄物特有の凝固様式によるマイクロポロシティ（間隙）に侵入し、これを埋める作用を有するので、引け巣等の鑄造欠陥の発生を抑制し、鑄造品の耐圧性を確保した健全な鑄物を得ることができる。

非固溶物の例として、大多数が単独で存在するBi、Pbや、化合物として存在するSe（Bi-Se、Zn-Sn等）などが挙げられる。

【0057】

非固溶物量は、合金中の組成から算出することができる。以下にその手順を示す。

まず、X線解析により合金中に介在する非固溶物の種類を特定する。その後、

EPMA（電子線マイクロアナライザー）、EDX（エネルギー分散型X線分析器）などを用いて面分析（マッピング）を行い、X線解析により特定された非固溶物毎にその介在比率を算出する。

なお、Vol%（体積比率）とは、合金全体に対する非固溶物量の体積比のことをいう。

【0058】

非固溶物量の減少に伴い、引け巣が発生する傾向が確認された。具体的には非固溶物量が、合金全体に対する体積比率として1.4 Vol%を下回ると引け巣が生じ、更に、1.0 Vol%を下回ると、引け巣が多数発生した。

従って、非固溶物量は1.4 Vol%以上、より好ましくは、1.5 Vol%以上確保するのが有効である。ちなみに、本発明におけるBi、Seの成分範囲の最大値（Bi=3.0重量%、Se=0.35重量%）における非固溶物量は、3.66となる。

【0059】

鉛代替成分としてBiのみを含有し、1.5 Vol%以上の非固溶物量を確保するためには、1.7重量%以上のBiの含有が必要である。これに対し、鉛代替成分として、Bi及びSeを含有した場合は、Seを約0.1～0.25重量%含有することにより、Biの含有量を1.0～1.4重量%に抑制した状態で、略同量の非固溶物量を確保することができる。

これは、非固溶物量のうち、Biなどは一般に単独で組織中に存在し、その1重量%は、0.9 Vol%程度に相当するのに対し、Seは、主にZn-Se等の金属間化合物として存在することによって、1重量%は2.8 Vol%程度に相当し、体積比率が多く確保されることによる。

従って、Seを含有することにより、Biの含有量を抑えることができ、希少元素であるPb代替成分の含有総量を抑制しつつ、効果的に非固溶物量を確保することができ、鑄造欠陥の発生を抑制し、耐圧性に優れた鉛レス銅合金を得ることができる。

なお、1.5 Vol%以上の非固溶物量を確保するためには、Se:0.2重量%に対して、Bi:1.1重量%以上の含有が必要である。

【0060】

【発明の効果】

以上のことから明らかなように、本発明によると、Pbの代替成分である希少元素（Bi、Seなど）等の真の特性を正確に捉えることにより、合金中の希少元素（Bi、Seなど）の含有量を低減しても、従来から一般に用いられてきた青銅合金（CAC406）と同等の切削性を確保しつつ、CAC406と同等以上の機械的性質を有することが可能となった。

【0061】

未解明であったPbの代替成分（Bi、Seなど）の減少が鋳物の健全性に与える影響を解明したことにより、鋳造欠陥の発生を抑制することが可能となった。

【0062】

更には、希少元素（Bi、Seなど）の低減により、低コストで希少元素（Bi、Seなど）を含有する銅基合金とその合金を用いた鋳塊・接液部品を製造することが可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】

引張り試験におけるBi含有量と引張り強さの関係を示したグラフである。

【図2】

引張り試験におけるBi含有量と伸びの関係を示したグラフである。

【図3】

引張り試験におけるSe含有量と引張り強さの関係を示したグラフである。

【図4】

引張り試験におけるSe含有量と伸びの関係を示したグラフである。

【図5】

引張り試験におけるSn含有量と引張り強さの関係を示したグラフである。

【図6】

引張り試験におけるSn含有量と伸びの関係を示したグラフである。

【図7】

引張り試験における Z n 含有量と引張り強さの関係を示したグラフである。

【図 8】

引張り試験における Z n 含有量と伸びの関係を示したグラフである。

【図 9】

引張り試験における N i 含有量と引張り強さの関係を示したグラフである。

【図 1 0】

引張り試験における N i 含有量と伸びの関係を示したグラフである。

【図 1 1】

切削性試験における B i 含有量と切削性の関係を示したグラフである。

【図 1 2】

切削性試験における S e 含有量と切削性の関係を示したグラフである。

【図 1 3】

切削性試験における S n 含有量と切削性の関係を示したグラフである。

【図 1 4】

切削性試験における Z n 含有量と切削性の関係を示したグラフである。

【図 1 5】

階段状試験片の形状を示した説明図である。

【図 1 6】

近似直線 a を用いて示した概念説明図である。

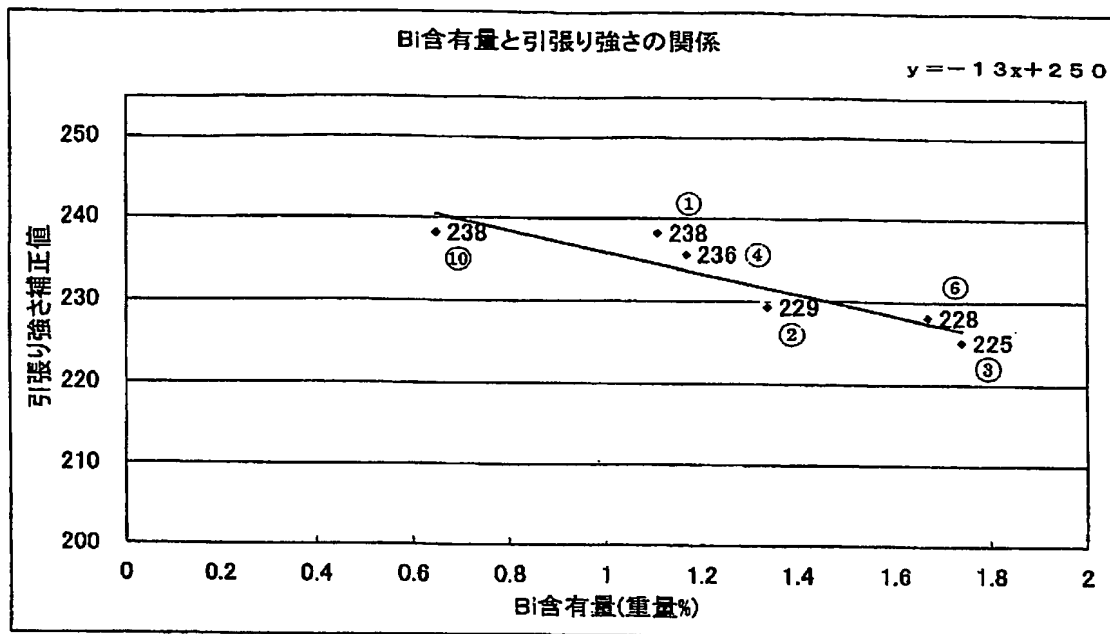
【図 1 7】

近似直線 b を用いて示した概念説明図である。

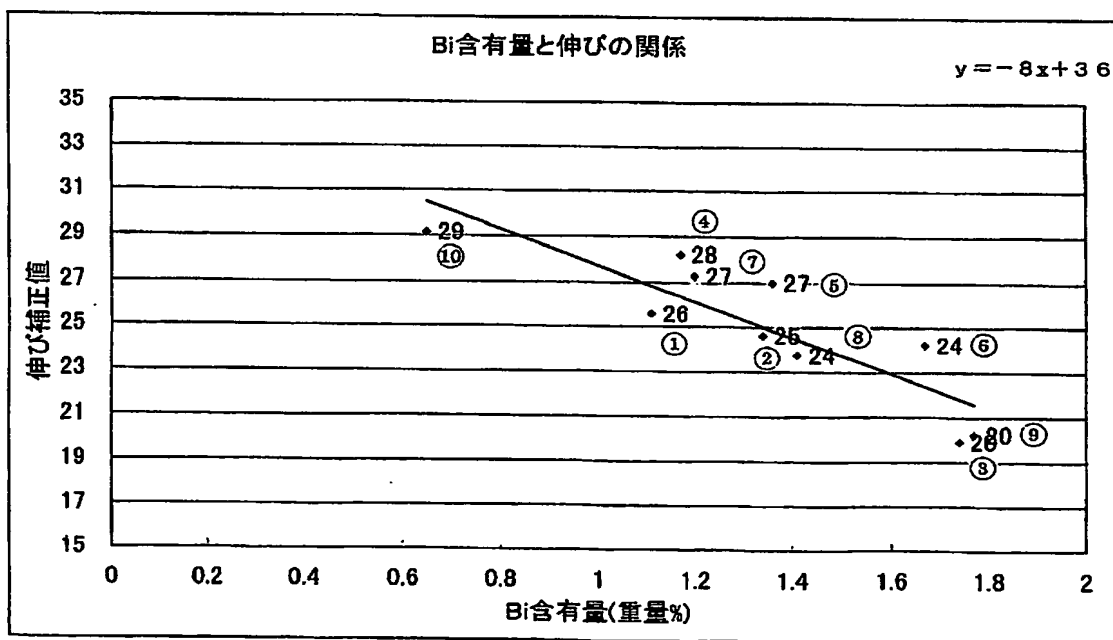
【書類名】

図面

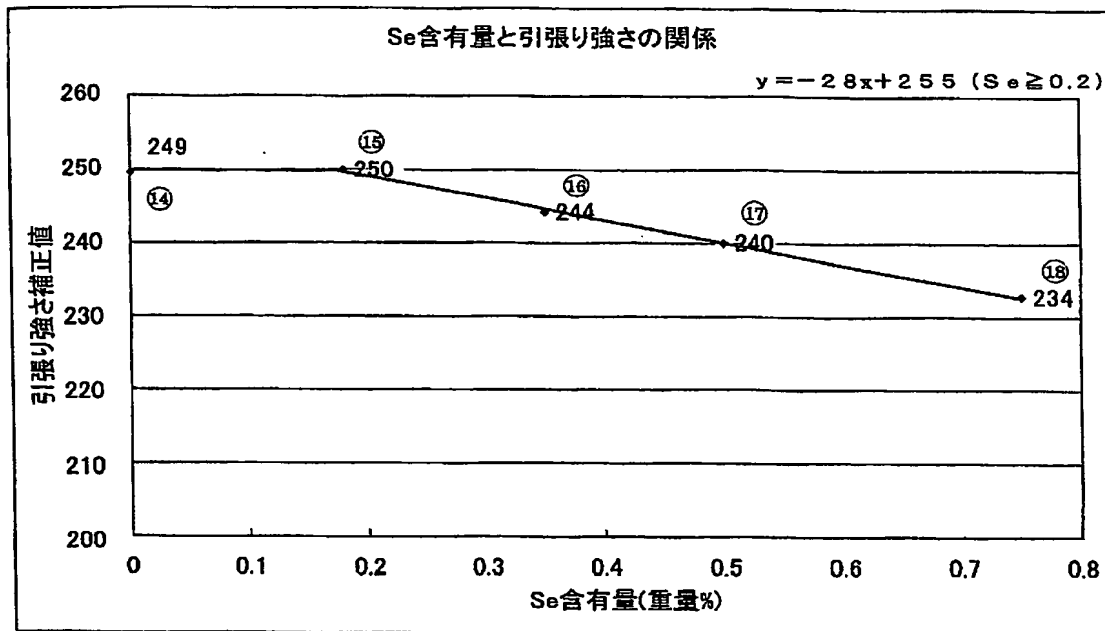
【図 1】



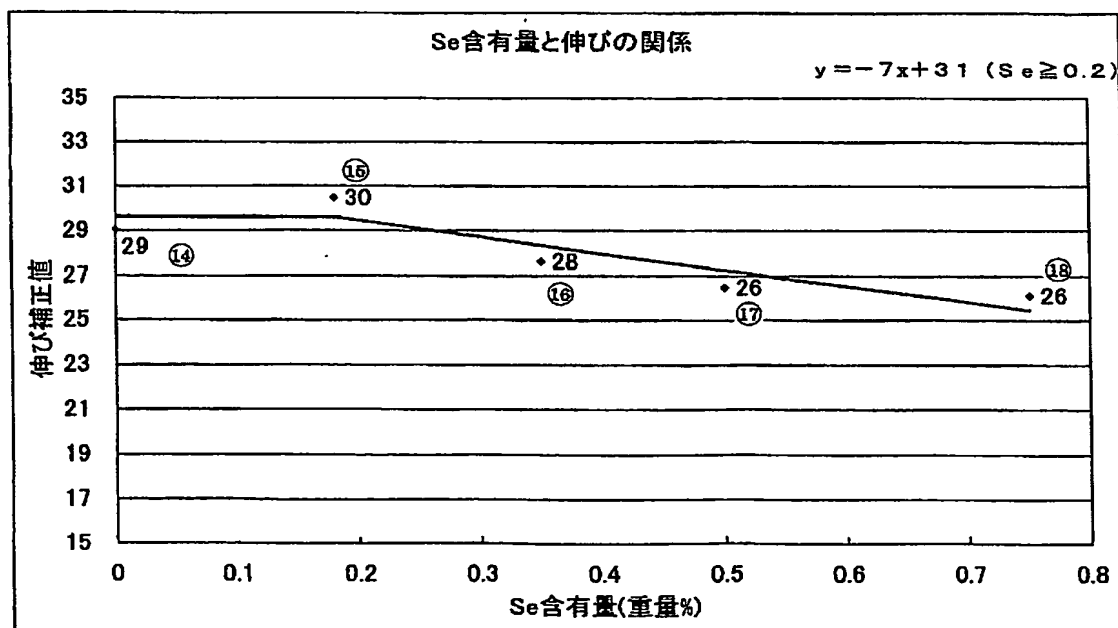
【図 2】



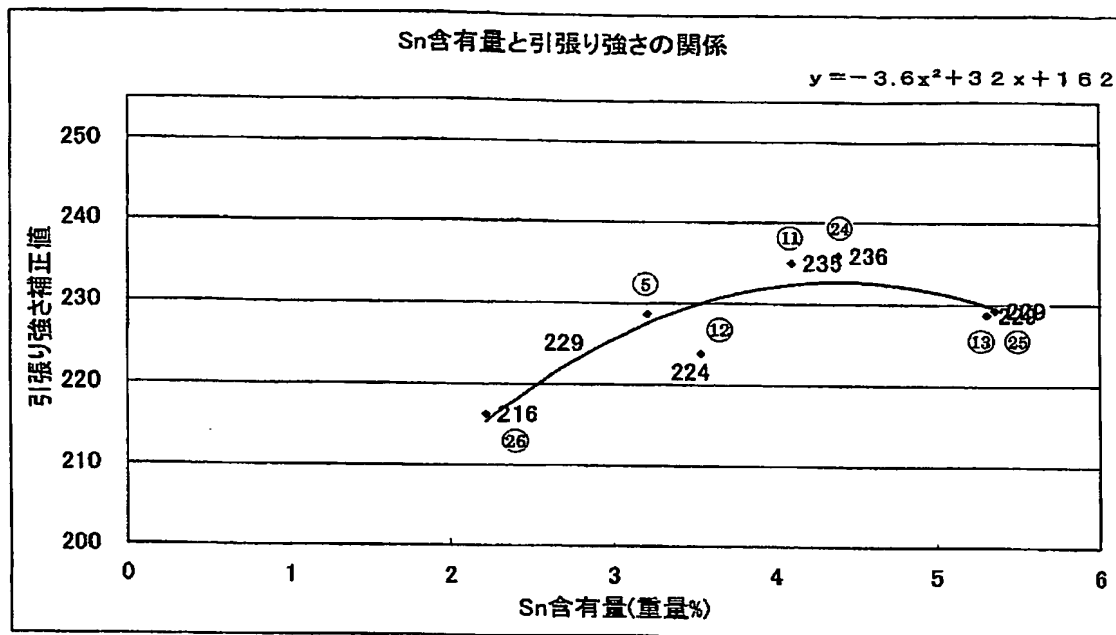
【図 3】



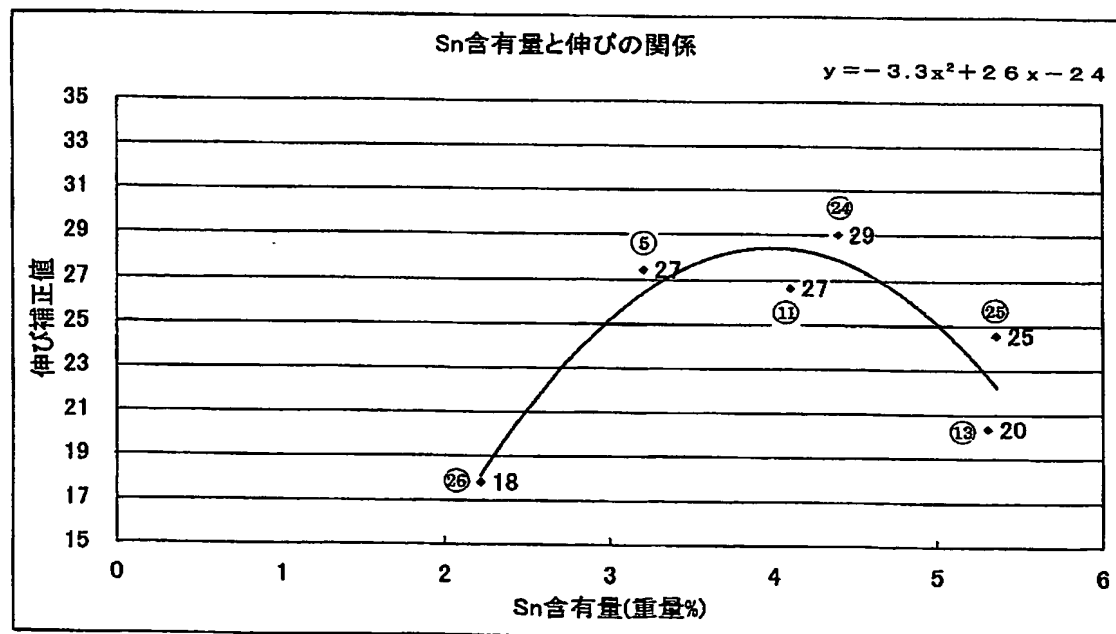
【図 4】



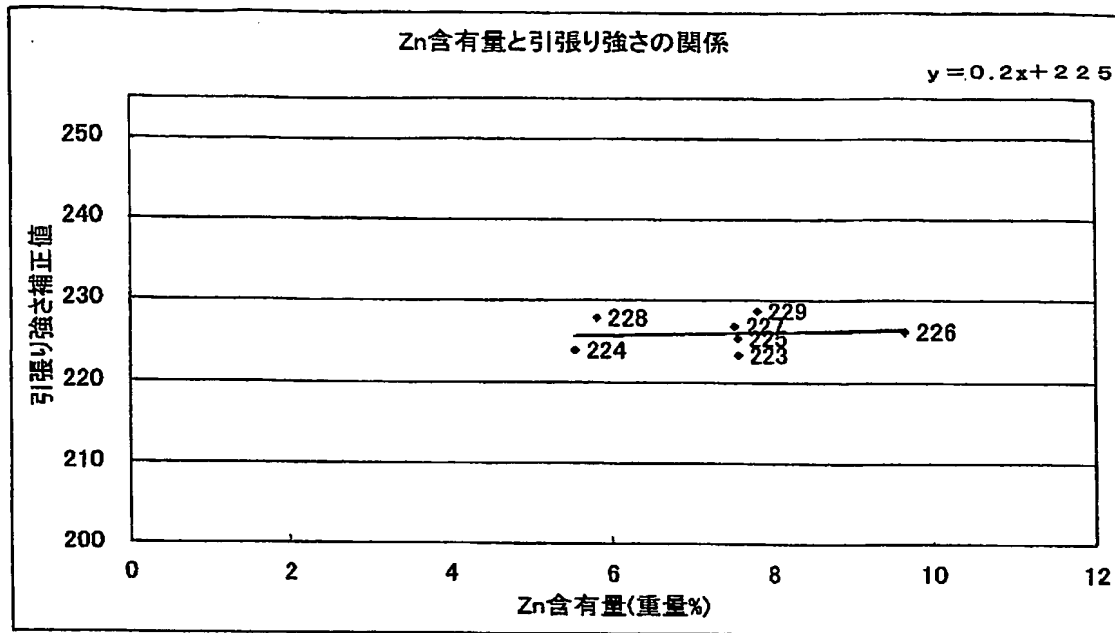
【図 5】



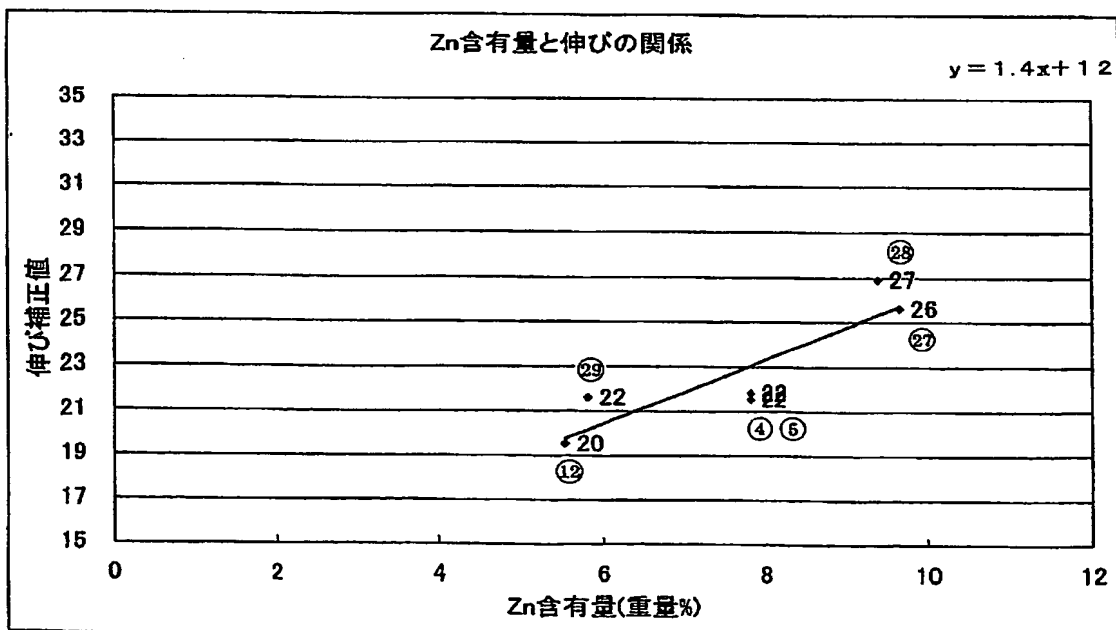
【図 6】



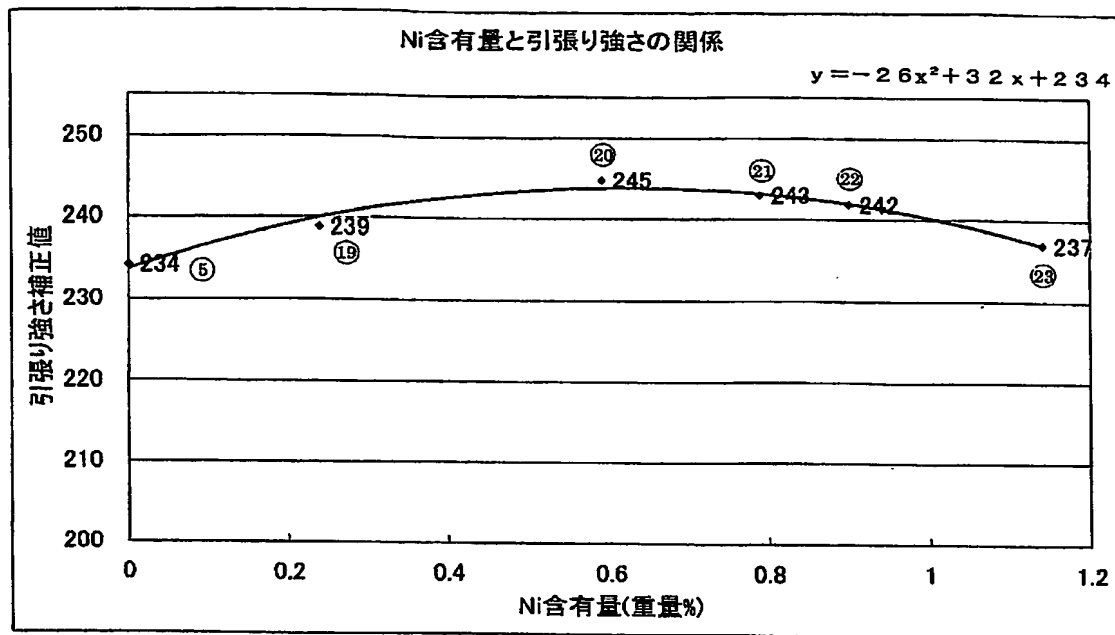
【図 7】



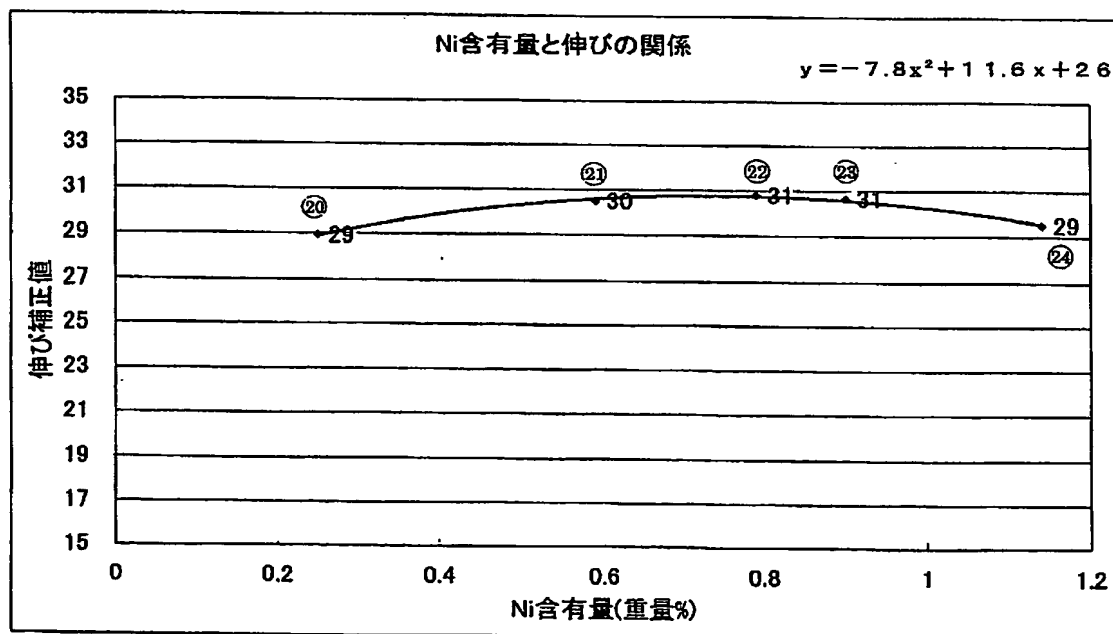
【図 8】



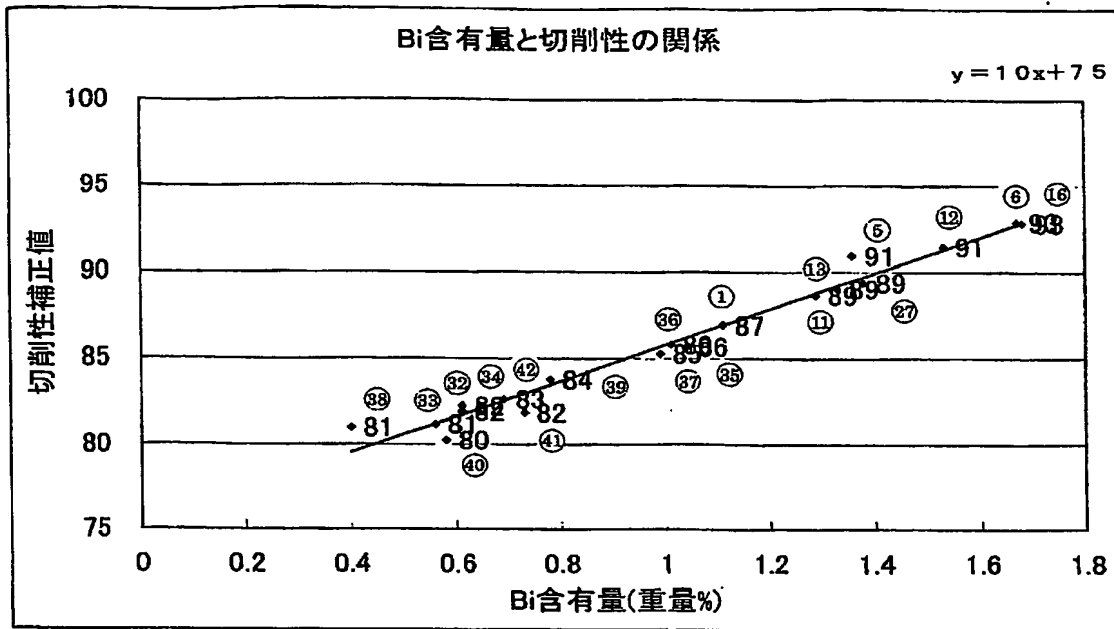
【図 9】



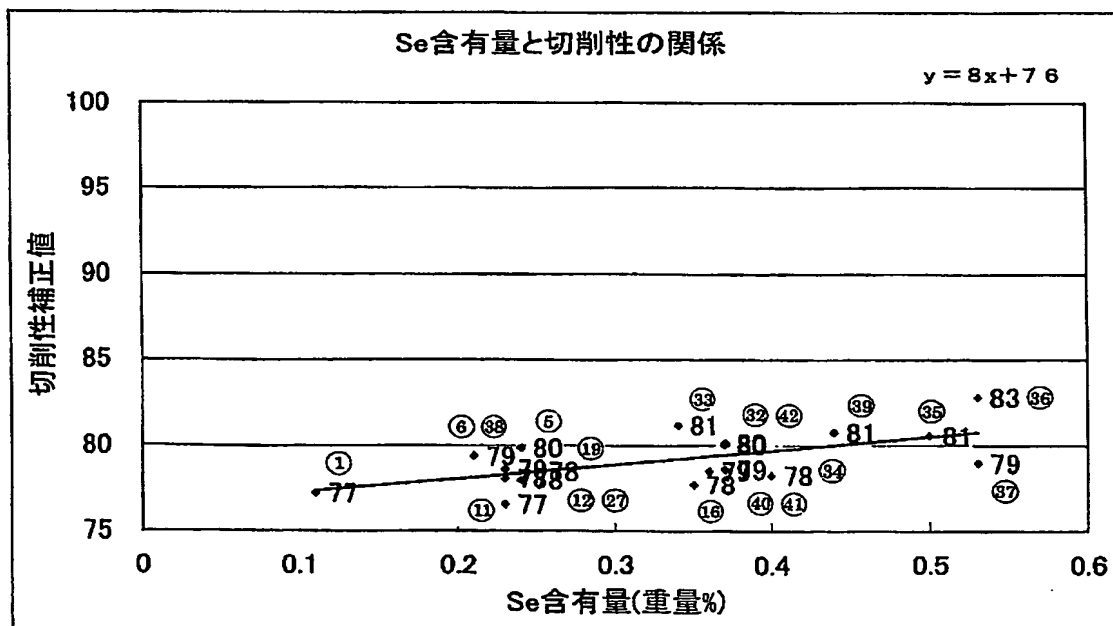
【図 10】



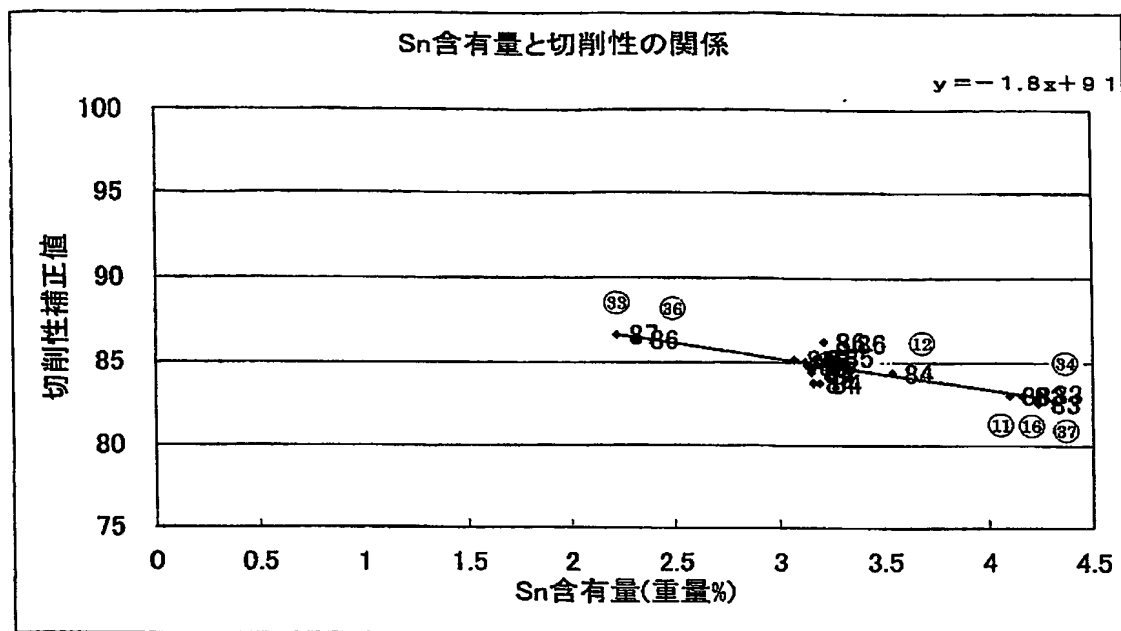
【図 1 1】



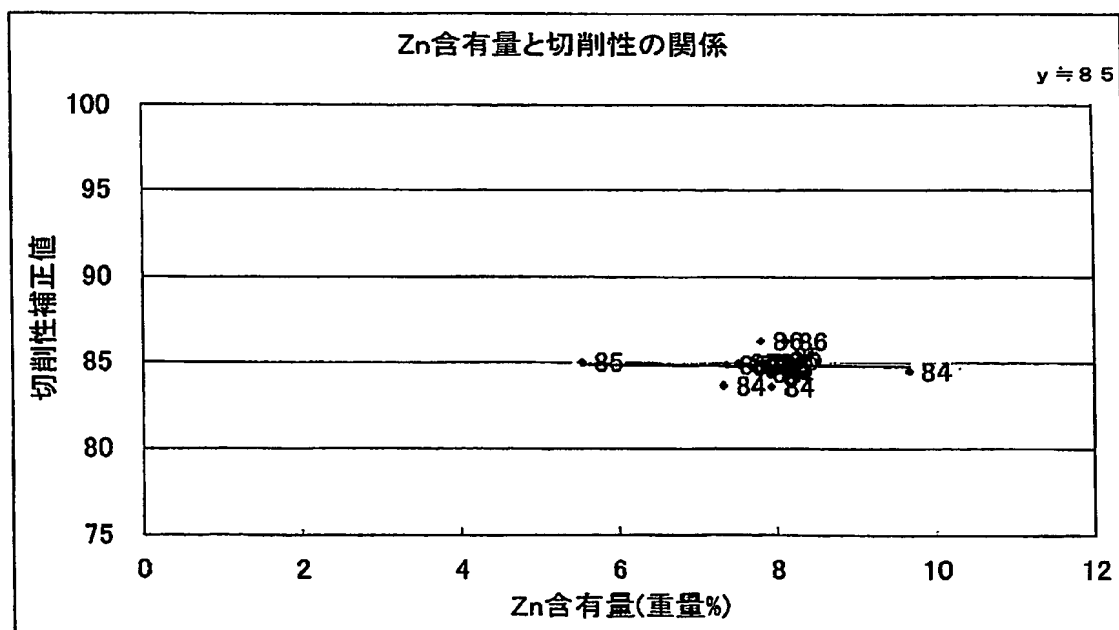
【図 1 2】



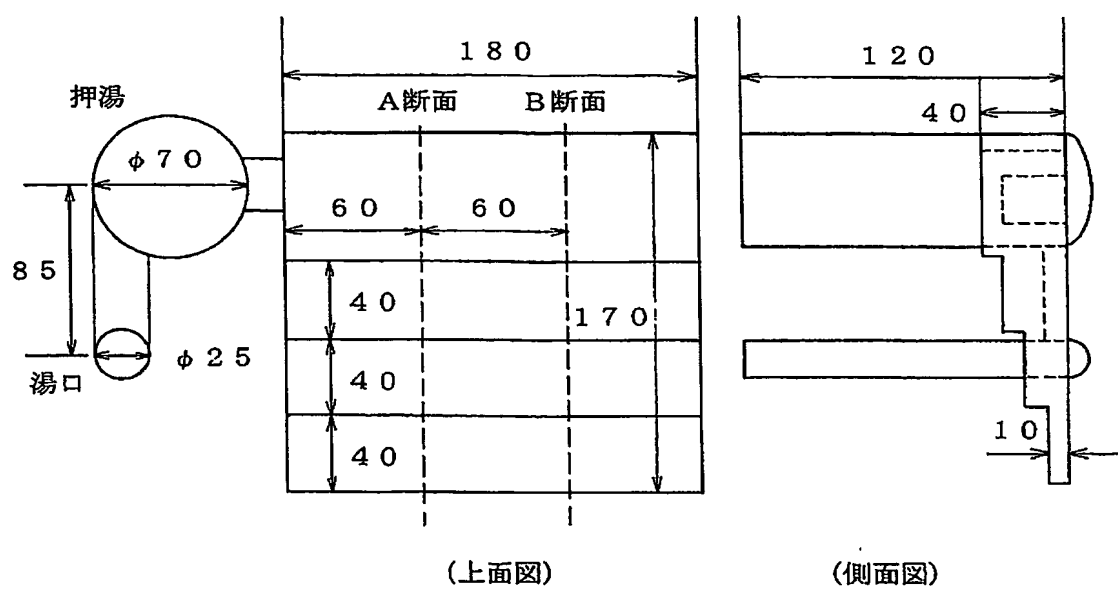
【図 13】



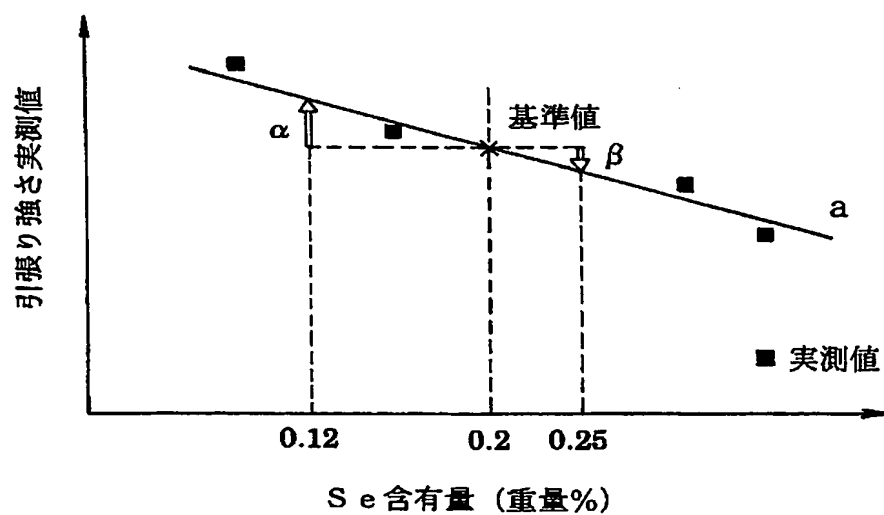
【図 14】



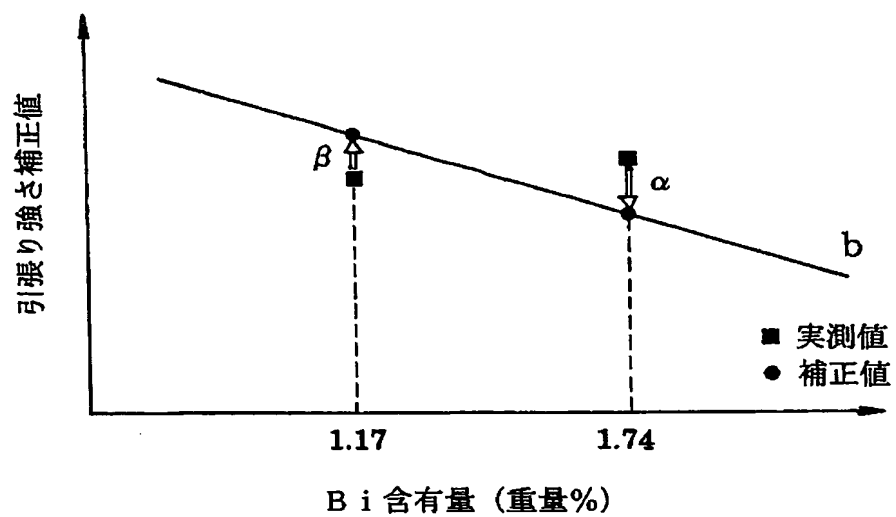
【図 15】



【図 16】



【図 17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 Pbの代替成分である希少元素（Bi、Seなど）等の真の特性を正確に捉えることにより、合金中の希少元素（Bi、Seなど）の含有量を低減しても、従来から一般に用いられてきた青銅合金（CAC406）と同等の切削性を確保しつつ、CAC406と同等以上の機械的性質を有すると共に、未解明であったPbの代替成分（Bi、Seなど）の減少が鋳物の健全性に与える影響を解明することで、鋳造欠陥の発生を抑制することを可能にし、更には、希少元素の低減により、安価に製造可能とした銅基合金とその合金を用いた鋳塊・接液部品を提供すること。

【解決手段】 少なくとも、Sn：2.8～5.0重量%、Bi：1.0～3.0重量%、 $0 < Se \leq 0.35$ 重量%を含有することにより、所定の切削性、及び鋳物の健全性を確保しつつ、機械的性質を向上させた銅基合金である。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-262677
受付番号	50201345541
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成14年 9月10日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年 9月 9日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 2 - 2 6 2 6 7 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[3 9 0 0 0 2 3 8 1]

1. 変更年月日
[変更理由]

1 9 9 2 年 1 1 月 1 0 日

名称変更

住所変更

住 所
氏 名

千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 1 0 番 1
株式会社キッツ